

## Summary

Described is a method for examining a surface of a sample using an atomic force scanning microscope (AFM) comprising a cantilever with a longitudinal extension along which a measuring tip is disposed, which is selectively arranged relative to said sample surface by a driver means and whose spatial position is detected using a sensor unit, and said microscope is provided with at least one ultrasound generator, which initiates vibration excitation at a given excitation frequency between said sample surface and said cantilever, the measuring tip of which is brought into contact with said sample surface in such a manner that said measuring tip is excited to vibrations which are oriented lateral to said sample surface and perpendicular to said longitudinal extension of said cantilever and that the torsional vibrations induced in said cantilever are detected and analyzed by means of an evaluation unit.

The invention is distinguished in

- that the vibration excitation occurs in such a manner that the oscillations executed by the measuring tip have higher harmonic vibration parts relative to the excitation frequency,
- that vibration excitation is conducted at excitation amplitudes which lead inside the cantilever to torsional amplitudes, the maximum values of which form a largely constant plateau value despite increasing excitation amplitudes and the resonance spectra of which undergo, in the range of the maximum values of the torsional amplitudes, a widening of the resonance spectrum which is determinable by a plateau width, and
- that used for examining the sample surface are the resonance spectra, preferably the plateau value, the plateau width and/or the gradient of the respective resonance spectra.

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
4. März 2004 (04.03.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/018963 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: G01B 7/00
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/009054
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
14. August 2003 (14.08.2003)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
102 37 627.1 16. August 2002 (16.08.2002) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG e. V. [DE/DE]; Hansastr. 27c, 80686 München (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): REINSTÄDTLER, Michael [DE/DE]; Am Hammersberg 35, 66280 Sulzbach (DE). RABE, Ute [DE/DE]; Parkstr. 10, 66111 Saarbrücken (DE). ARNOLD, Walter [DE/DE]; Fliederstr. 40, 66119 Saarbrücken (DE).
- (74) Anwalt: RÖSLER, Uwe; Landsberger Str. 480a, 81241 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).
- Veröffentlicht:  
— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR DETERMINING TRIBOLOGICAL PROPERTIES OF A SAMPLE SURFACE USING A SCANNING MICROSCOPE (SEM) AND ASSOCIATED SCANNING MICROSCOPE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG TRIBOLOGISCHER EIGENSCHAFTEN EINER PROBENOberFLÄCHE MITTELS EINES RASTERKRAFTMIKROSKOPS (RKM) SOWIE EIN DIESBEZÜGLICHES RKM

(57) Abstract: The invention concerns a method for examining the surface of samples using a scanning microscope (SEM) comprising a flexible beam with longitudinal extension, whereof the longitudinal measuring tip is arranged precisely relative to a sample surface by means of a fixing device, the spatial position of said measuring tip being sensed by a sensing unit. The microscope is further equipped with at least one ultrasound generator which initiates an oscillation at a give excitation frequency between the sample surface and the flexible beam, whereof the measuring tip is in contact with the sample surface, such that the oscillations imparted to the measuring tip are oriented laterally to the sample surface and perpendicularly to the length of the flexible beam. The torsional oscillations of the flexible beam are sensed and analyzed by means of an evaluation unit. The invention is characterized in that the generation of oscillations is such that the oscillations produced by the measuring tip have a higher harmonic vibration relative to the excitation frequency, the oscillation generation is produced at amplitudes which provoke torsional amplitudes in the flexible beam. Those torsional amplitudes have maximum values which form a substantially constant plateau, even when the torsional amplitudes increase, and, in the range of maximum values, said torsional amplitudes have resonance spectra which develop a dispersion capable of being determined by a plateau width. The method for examining a sample surface consists in using the resonance spectra and, preferably, the plateau value, the plateau width and/or the corresponding resonance spectra increase.

(57) Zusammenfassung: Beschrieben wird ein Verfahren zur Untersuchung einer Probenoberfläche mittels eines Rasterkraftmikroskops (RKM), das einen über eine Längserstreckung verfügenden Federbalken aufweist, längs dessen eine Messspitze angebracht ist, die über Steilmittel relativ zur Probenoberfläche gezielt angeordnet und deren räumliche Lage mit einer Sensoreinheit erfasst wird, sowie wenigstens einen Ultraschallwellengenerator vorsieht, der mit einer vorgebbaren Anregungsfrequenz eine Schwingungsanregung zwischen der Probenoberfläche und dem Federbalken, dessen Messspitze in Kontakt mit der Probenoberfläche gebracht wird, derart initiiert, dass die Messspitze in lateral zur Probenoberfläche und orthogonal zur Längserstreckung des Federbalkens orientierte Oszillationen angeregt wird und dass in dem Federbalken sich ausbildende Torsionsschwingungen erfasst und mittels einer Auswerteeinheit analysiert werden. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, - dass die Schwingungsanregung derart erfolgt, dass die von der Messspitze ausgeführten Oszillationen höher harmonische Schwingungsanteile zur Anregungsfrequenz aufweisen, - dass die Schwingungsanregung mit Anregungsamplituden durchgeführt wird, die innerhalb des Federbalkens zu Torsionsamplituden führen, deren Torsionsamplitudenmaxima trotz zunehmenden Anregungsamplituden einen weitgehend konstanten Plateauwert annehmen und deren Resonanzspektren im Bereich der Torsionsamplitudenmaxima eine spektrale resonante Verbreiterung erfahren, die durch eine Plateaubreite bestimmbar ist, und - dass zur Untersuchung der Probenoberfläche die Resonanzspektren, vorzugsweise der Plateauwert, die Plateaubreite und/oder die Steigung der jeweiligen Resonanzspektren verwendet werden.